

負の透磁率を有する物質の装荷によるパッチアンテナの小形化の検討

A Study of Miniaturization of Patch Antenna by Loading Negative Permeability Material

○小浦希望¹, 八重樫正人², 三枝健二³, 藤本京平⁴

*Nozomi Koura¹, Masato Yaegashi², Kenji Saegusa³, Kyohei Fujimoto⁴

Abstract: This paper discusses experimentally the miniaturization of patch antenna by loading negative permeability material.

1. まえがき

近年、携帯電話や携帯ゲーム機など無線通信を行う機器の需要が増加している。これらは小形なものが多く、内蔵されているアンテナも小形であることが望まれている。この要求に対し、アンテナの小形化は様々な方法でなされている[1]。その中で、負の透磁率を有する物質を用いての小形化は解析的にしか検討がなされていない[2]。そこで本研究では実際に透磁率が負の物質[3]を使用し、アンテナの小形化の検討を行うこととした。本稿では、その実験的検討結果について報告する。

2. 負の透磁率を有する物質[3]

本研究で使用する負の透磁率を有する物質(以下物質とする)は、パーマロイと PPS 樹脂を混合した人工の物質である。図 1 にその寸法及び形状を示す。物質は、直径が 15mm、厚さが 3mm の円柱状である。なお、本稿で使用している物質はパーマロイ含有率が 56.0vol%であり、7GHz~18GHz において比透磁率 μ_r が -0.3 程度の値を示す。

3. パッチアンテナ

本研究では、構造が簡単かつ低コストでの製作が可能であるパッチアンテナを小形化の対象とした。パッチアンテナの寸法は、10GHz 近辺で動作するように図 2 のように決定した。なお、パッチアンテナは誘電体基板を使用して製作しており、パッチ面及びグラウンド板は銅箔である。また、誘電体基板の比誘電率 ϵ_r は 2.6、厚さは 1.57mm である。図 3 に図 2 のアンテナのリターンロス特性を示す。図 3 より 9.93GHz で共振し、そのときのリターンロス値は -22dB である。

4. 物質装荷時の共振周波数

ここでは物質を図 4 のようにパッチアンテナの開口面上部に装荷し小形化の検討を行う。装荷位置は給電点から物質末端までの距離が 4mm となる位置である。図 5 に物質装荷時のリターンロス特性を示す。図にはパッチアンテナ単体のリターンロ

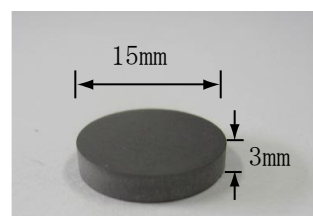
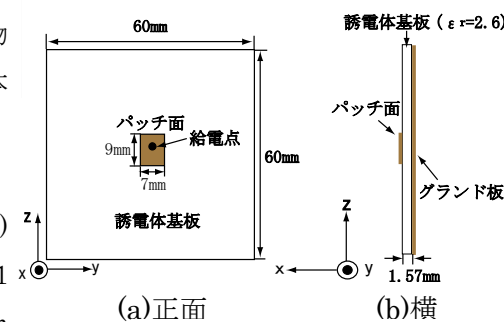


図 1 物質の外観



(a)正面 (b)横
図 2 パッチアンテナ

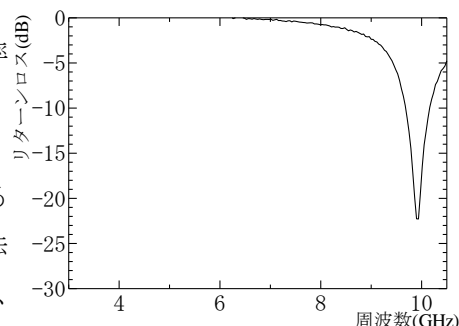
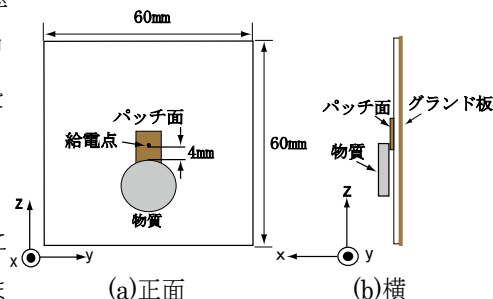


図 3 リターンロス特性



(a)正面 (b)横
図 4 物質を装荷したパッチアンテナ

1:日大理工・院・電子 2:日大理工・学部・子情 3:日大理工・教員・子情 4:筑波大学・名誉教授

ス特性も示してある。結果より物質装荷時では低域と高域の 2 つの共振が見られた。パッチアンテナ単体の共振周波数 (9.93GHz) に対して、低域では 4.66GHz では 53% 程度、高域では 8.44GHz で 16% 程度となった。このことから物質を装荷すると共振周波数が低域化し、パッチアンテナが小形化することが分かった。

5. 放射パターン of 測定

パッチアンテナ単体と物質装荷時のアンテナの放射パターンを測定した。測定面は xy 面であり、測定周波数は物質装荷時の共振周波数の 4.66GHz (低域) と 8.44GHz (高域) である。なお、ここでは放射パターンを評価するために、4.66GHz と 8.44GHz 近辺で共振するパッチアンテナを製作した。

図 6 に低域及び高域での放射パターンを示す。図より低域でも高域でも、物質の装荷の有無に関わらずほぼ同様なパターンが得られた。ただし低域では物質装荷時において後方放射が小さくなった。このことより低域では物質を装荷すると F/B が 5dB 程度装荷しない場合より良くなった。

6. まとめ

物質をパッチアンテナに装荷したところ、パッチアンテナの共振周波数が低域化し、小形化することができた。物質装荷時とパッチアンテナ単体の放射パターンを測定した。物質の有無にかかわらずパッチアンテナ単体と同様な放射パターンが得られた。また装荷時の低域において後方放射が小さくなり、F/B が 5dB 程度良くなった可能性が示された。今後は実測の結果の有効性を確かめるために解析を行う。最後に、貴重な材料を提供していただいた広島大学の葛岡教授に、またいつもご討論いただく兵庫県立大学の畠山教授に深謝いたします。

参考文献

[1] 藤本京平, 小形アンテナに関する研究動向, 電子情報通信学会誌, Vol. 70, No. 8, pp. 830-838, 1987-08
 [2] Shabnamet Ghadarghadral. Negative Permeability Based Electrically Small antennas, IEEE Ant. and Wireless Propag. Let., Vol.8, 2008
 [3] Tsutaoka et al., Negative Permeability Spectra of Magnetic Material, Proc. of iWAT2008, P202, 2008

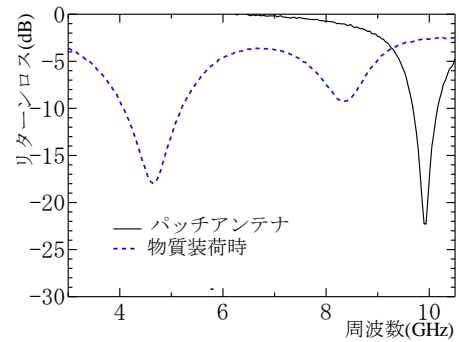
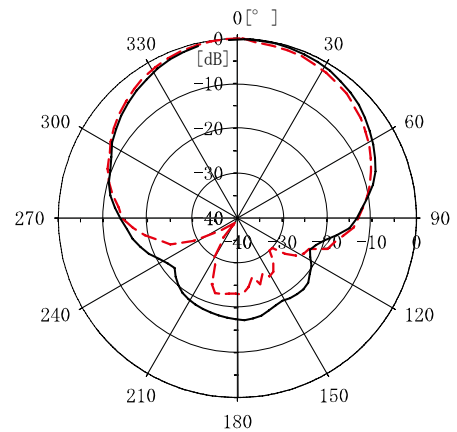
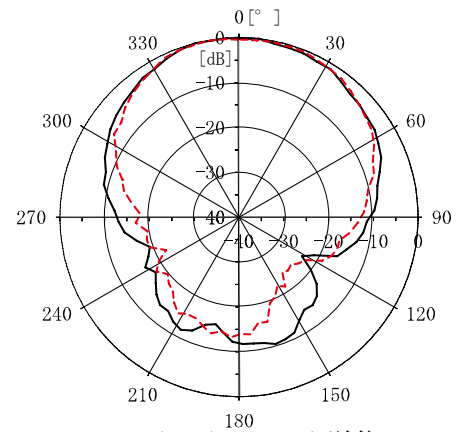


図 5 リターンロス特性



— パッチアンテナ単体
 - - - 物質装荷時
 (a) 低域共振周波数



— パッチアンテナ単体
 - - - 物質装荷時
 (b) 高域共振周波数

図 6 放射パターン(xy 面)